



FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

パイロットウォッチの 技術規格 TESTAF

Dipl.-Ing. Thomas Esser | Dipl.-Ing. Arno Gabel |
Dr. Martin Hoch | Prof. Dr.-Ing. Frank Janser |
Dr. Wolfgang Schonefeld



パイロットウォッチの技術規格 (TESTAF)
にはドイツ語および英語版があるが、
何らかの疑問が生じた際はドイツ語版が基準となる。

目次

	序文	5
1	序論	6
2	“パイロットウォッチ”の定義	8
3	要件	9
3.1	機能性	9
3.1.1	機能要素	9
3.1.2	昼間の視認性	10
3.1.3	夜間の視認性	10
3.1.4	操作性	11
3.1.5	動作精度	12
3.1.6	パワーリザーブ	12
3.2	外部応力に対する耐久性	13
3.2.1	周囲圧力	13
3.2.2	操作温度領域	14
3.2.3	温度変化	14
3.2.4	衝撃・衝突耐性	14
3.2.5	重力加速度	14
3.2.6	振動	14
3.2.7	耐水性	15
3.2.8	航空に典型的に見られる液体に対する耐性	15
3.2.9	磁場	15

3.3	安全性と適合性	16
3.3.1	磁気特性図	16
3.3.2	光反射	16
3.3.3	コックピット照明との適合性	17
3.3.4	フォーム	17
3.3.5	ベルトの固定能力	17
4	付則	18
4.1	試験と証明書	18
4.2	用語と標示付け	19
4.3	バージョン表示と改訂	19
5	付録	20
5.1	TESTAF 証明書の見本	20
6	参照刊行物と規格の一覧	21
	著者	24
	刊記	25

序文

多くの人々がこのプロジェクト「パイロットウォッチの技術規格」に携わり、様々な局面で専門的な助言をいただいた。ご協力頂いた方々に感謝の意を表したい。

とりわけ、Volker Bau氏(Eurocopter Deutschland GmbH, Donauwörth)、Wilfried Delle氏(W. Ludolph GmbH & Co. KG, Bremerhaven)、Ralf Geiss氏(ADAC Luftfahrt Technik GmbH, Bonn-Hangelar)、Werner Gelhausen氏(Simulatorzentrum ADAC HEMS Academy GmbH, Bonn-Hangelar)、Stephan Günther氏(ADAC Luftfahrt Technik GmbH, Bonn-Hangelar)、Ulrich Jarolimek氏(ISP-Aachen Ingenieurgesellschaft für Sensortechnik und Prozessautomation mbH)、Walter Kampschmann氏(Westflug Aachen Luftfahrt GmbH & Co. KG)、Col. Colin Miller, M.D. 氏(United States Army, retired)、Stefan Prade氏(ADAC Luftrettungszentrum Aachen)、Steffen Schrader氏(Fachhochschule Osnabrück)、Dr. Bernhard Walfort氏(RC Tritac AG, Teufen, Schweiz)にはとりわけの感謝を申し上げたい。

さらには、このプロジェクトを力強く推し進めてくれたアーヘン応用科学大学(FH Aachen)とジン社のスタッフ、そしてをサポート、アテンドしてくれたEurocopter Deutschland GmbHのスタッフにも感謝の意を表したい。

また、プロジェクトに際して実行された“Critical Flight Timing Requirements”アンケートに非常に積極的に参加していただいたパイロット諸氏のことも特筆しなくてはならない。このアンケートの結果にはパイロットウォッチの職業的ユーザーの本物の経験が反映されており、「パイロットウォッチの技術規格」のために重要なフィードバックが得られた。

1 | 序論

航空の歴史は時間計測の歴史と密接に関わっている。そこでは特別な時計のタイプ、つまりパイロットウォッチも開発された。特殊な機能と特徴を備えるこうした腕時計は、20世紀の航空技術の急速な発展においては主要な時間計測機器として活躍した。これらは今日でも様々なプロトタイプ、曲芸飛行用飛行機、あるいはクラシカルな飛行機での第一時間測定機器として使用されている。それ以外の航空機では、衛星技術を用いた時間測定の現代でも、第二システムとして利用されている。

しかしながら“パイロットウォッチ”は本来、具体的な機能的・物理技術的要件によってそれと見做されるのだが、今となっては曖昧な概念となっている。クリアなデザインが施された通常の腕時計や、負圧耐性などのパイロットウォッチに典型的な特性を備える技術的にレベルの高い腕時計もここに含まれる。ダイバーズウォッチなどに見られる明白な定義 (DIN 8306 / ISO 6425) はパイロットウォッチには存在しない。

そこで、アーヘン応用科学大学航空宇宙技術学部の飛行研究室とフランクフルトのジン社は規格を打ち立てた。ここでは、腕に装着する機械式のアナログ式時間表示パイロットウォッチが、有視界あるいは計器飛行方式において現在どのような要件を満たさなくてはいけないかを規定している。この規格は、関連航空規則の体系的分析のもと理論的に、そしてまた応用指向の実験や様々な航空機クラス¹の航空機のパイロットへの詳細なアンケートを通じて実験的に作成されている。そうして得られた見識が詳細にわたり実践テストで検査され、証明された。

この「パイロットウォッチの技術規格」(TESTAF)に適合する腕時計は、様々な航空機クラスでの時間計測装置に関連する機能要件と技術物理的要件を満たしていると保証される。

¹ „Critical Flight Timing Requirements Survey”とは定性的アンケートで、質問用紙とその後の追加質問が用いられた。Martin Hochが2008年4～8月に実施。総計30機以上の航空機に相当する様々な航空機クラス (CS-22、CS-23、CS-25、CS-27、CS-29といった全ての主要クラスを含む) のパイロット20人以上を対象とした。

2 | “パイロットウォッチ” の定義

パイロットウォッチの役目は、航空機に搭載されている複数の時間計測用機器が同時に故障した際に、あるいはそれらが故障していると疑われる際に、第一時間計測機器として機能し、パイロットが飛行のために必要な、時間に関連する飛行運動の計画・実行を可能にすること、そうして航空機に定められたあるいは設置された時間計測用装置²の完全な代替として機能することである。

パイロットウォッチは、通常の飛行による物理的負担、そしてまた通常の飛行による予想外の異常によってもその機能において支障をきたすことはない。パイロットウォッチは、あらゆる条件下において容易かつ確かに操作でき、視認される。そして乗組員、他の機器、航空機に対して何らの考えられうるリスクを生まない。

2 EU-OPS (=JAR-OPS 1) 1.650 (b) と 1.652 (b)に準拠するEU-OPS (=JAR-OPS 1) 1.630 c (3); JAR-OPS 3.650 (b) と 3.652 (b)に準拠するJAR-PS 3.630 c (2); CS-23 第2巻、付録6、CS-25.1303、CS-29.1303; 3. DV LuftBO § 2 (1) 2 j) ならびに同書。§ 5 (1) 4; FAR 25.1303、29.1303、91.205、121.305。

3 | 要件

3.1 | 機能性

3.1.1 | 機能要素

飛行のための必要最低条件。有視界飛行方式 (VFR) または計器飛行方式 (IFR) ごと。

必要最低条件	VFR	IFR
12時間あるいは24時間表示と分表示つき腕時計	✓	✓
センターセコンド ³	✓	
少なくとも30分計測が可能なストップ機能 ⁴		✓
中央ストップウォッチ秒表示		✓
機能チェック用の連続秒針 ⁵		✓
両側に回転可能な時間測定用ベゼル (少なくともマーカーを一つ搭載) ⁶	✓	✓
秒単位で時刻を設定するための装置 (秒針停止機能)	✓	✓

3 CS-25.1303とCS-29.1303、ならびにFAR 25.1303、29.1303、91.205、121.305により、中央に秒を表示することが必要となる。
秒表示は、脚注3で言及されるEU-OPSあるいはJAR-OPS、ならびに3. DV LuftBO § 5 (1) 4でも要求されている。

4 Esser, 17頁。

5 Esser, 17頁。

6 Esser, 17頁。

3.1.2 | 昼間の視認性

- (a) 時間表示、ベゼル、ストップウォッチ装置（ある場合）から、即座かつ明白に秒あるいは分を視認できなくてはならない。
- (b) 昼間に視認できる色としては黒、白ならびに、赤を除くその他の色を使用できる。⁷
- (c) 文字盤のマーキングと文字盤の背景、針と文字盤の背景、ベゼルのマーキングとベゼルのボディの各コントラストはできる限り強くなくてはならない。マーキングと背景の明度の比率は、標準的環境においては14:1を下回らなくてはならない。⁸ 計測は、使用できる時計、つまりガラスを嵌めている時計で行なう。

3.1.3 | 夜間の視認性

- (a) 3.1.3 節(b)ならびに3.3.3節の考慮のもと、時間表示とストップウォッチ装置（ある場合）は、少なくとも5秒あるいは5分の正確さで視認できなくてはならない。ここでは操作エレメントを手動操作しない。
- (b) 3.1.2 節(c)の考慮のもと、以下の部分は、発光性あるいは夜光性のマーキングを施してなくてはならない（蛍光塗料を逆に施すことも可能）。

7 赤はCS 22.1322、CS 23.1322、CS 25.1322、CS 27.1322、CS 29.1322、CS-VLA.1322、CS-VLR.1322に従い、航空分野においては特別の、そして明白な警告機能を持っている。

8 標準条件には次のものが挙げられる。検査対象となる、中央に配置された針では針の先端の表面の少なくとも30%、そしてクロノグラフに典型的に見られる非中央設置の（小さな）針では先端の全体が、全体塗装の施された背景と少なくとも14:1の比率のコントラストでなくてはならない。針の背景とは、コントラストをつけるべく塗装された目盛りや文字によってカバーされていない文字盤表面の部分を指す；クロノグラフに典型的に見られる、中央以外に配置された補助的文字盤がメインの文字盤から色で対照化されている場合、コントラストが弱い方の背景が中央の針とのコントラストの測定基準となる。

発光性あるいは夜光性のマーキング	VFR	IFR
全ての時表示インデックス	✓	✓
時針と分針	✓	✓
中央の秒針	✓	
ストップウォッチの分インデックスの5分単位のマーキング (時表示インデックスと同一でない場合)		✓
ストップウォッチの分針と秒針		✓
ベゼル上に少なくとも一つのマーキング	✓	✓

- (c) ルミネッセンス色に赤を用いてはいけない。⁹
- (d) 蛍光素材を適切に成形して、暗い状態でも文字盤がはっきりと正しく視認できるようにしなくてはならない。
- (e) NIHS 97-21 / ISO 17514、4.2.2節で規定された要件に基づき、3.1.3節(b)で記された箇所は、完全にチャージされた後、完全な暗闇の中で3時間にわたり視認可能でなくてはならない。¹⁰ 試験は、使用できる時計、つまりガラスを嵌めている時計で行なう。

3.1.4 | 操作性

- (a) 感触をもって確かめられるように、両方向に回転できるベゼルには、感じ取ることのできる1分単位固定装置が備わっていないてはいけない。時間計測装置の操作エレメント(搭載の場合)には、はっきりと感じ取れるポイントが備えられていないてはいけない。¹¹
- (b) 操作エレメントの機能は、3.2.2節(a)に準拠の温度領域全体で保証されていないてはならない。
- (c) 時計と操作エレメントは、航空機操縦に典型的な手袋でも確かに操作できるものでないてはいけない。

⁹ 脚注7を参照。

¹⁰ 現在手に入る蛍光素材の技術水準に基づく。

¹¹ Esser, 21頁

3.1.5 | 動作精度

- (a) 動作精度の試験は、ストップウォッチ機能（ある場合）を停止して、 -15°C 、 $+23^{\circ}\text{C}$ 、 $+55^{\circ}\text{C}$ の温度のもとで行なう。3.2.2節(a)に基づき他の極端な気温領域があげられている場合は、これらをもって -15°C あるいは $+55^{\circ}\text{C}$ の代替とする。
- (b) 試験は以下のポジションで行なう：6を上にして；9を上にして；文字盤を上にして；ケース裏蓋を上にして。
- (c) 試験は、時計を完全に巻き上げた状態で行なう。
- (d) あらゆる精度試験において、各試験状況における精度値は、あらゆる試験温度のもとで、一日30秒を上回っても下回ってもいけない。¹² $+23^{\circ}\text{C}$ の条件下では、精度の許容値は1日につき15秒とする。¹³ 3.2.4節に記された規定はこれらの値に左右されない。

3.1.6 | パワーリザーブ

時計は、完全に巻き上げられた後、主ぜんまいを再び巻くことなく、少なくとも36時間動作しなくてはならない。¹⁴ ストップウォッチを搭載の場合、最初の3時間は、ストップウォッチを作動させた状態で計測する。

12 時計を1日一回セッティングする場合、精度は1分以内でなくてはならない。Esserの21～22頁を参照。

13 動作の範囲は、中間値とその他試験ポジションの間で得られた値の最大差異の絶対値であるとする。概念と限界値はクロノメーター基準DIN 8319 / ISO 3519に拠る。

14 MIL-PRF-46374G、3.4.2.1.1節。必要とされる実行時間（24時間）、ならびに安全域50%のもとで行なわれる。

3.2 | 外部応力に対する耐久性

3.2節で記される全ての要件は、機能に支障をきたすことなく、外面に損傷を受けることなく、そして時計の固定・可動部分やガラスが損傷を被ることなく満たされなくてはならない。3.1.5節に基づいた動作精度要件(+23°Cのもと)がここでは守られなくてはならない。そして、他に規定されていない限り、DIN 8310、6.4.1節に準拠して質量流量を検査する。これは、3.2節で挙げられた各点に基づいて検査する。3.2.2、3.2.4、3.2.8、3.2.9の各点は除く。

3.2.1 | 周囲圧力

- (a) 時計内の内圧を1.013バールであると想定し、15秒以内に周囲圧力を0.752から0.044バールに低下させ(差圧は0.708バール)る。時計はこれに耐えなくてはならない。¹⁵ その直後には0.044バールの外圧に、最低2時間にわたって休みを挟むことなく耐久しなくてはならない。¹⁶ 1時間のインターバルをおいてから試験を繰り返す。各試験の後には目視検査を行なう。特にガラスのはまり具合の変化に注目することが求められる。2回目の試験に続いて、3.2.7節に準ずる耐水性試験を行なう。
- (b) 0.261バールの差圧の試験は少なくとも2000回行ない、1.013バールから0.752バールへ、そして1.013バールへという周囲圧力の変化サイクルをシミュレートする。¹⁷

¹⁵ ED-14F、4節、カテゴリーA1～A4、4.6.2節に準ずる試験；Esser、36～38頁を参照。

¹⁶ ED-14F節、カテゴリーE1、4.6.1節に準ずる試験；Esser、36～38頁を参照。

¹⁷ Esser、38～39頁。

3.2.2 | 操作温度領域

(a) 操作温度領域は製造者によって提示される(4.1節を参照)。同領域では、3.1.5節で定義される最大精度誤差を超えずに時計が機能しなくてはならない。¹⁸

(b) この温度領域は少なくとも -15°C ~ $+55^{\circ}\text{C}$ の範囲を含む。¹⁹

3.2.3 | 温度変化

3.2.2節(a)では操作温度領域の両極が規定されているが、これらの温度間の変化は5分以内に実行する。²⁰ 温度は両方向に変化させる。

3.2.4 | 衝撃・衝突耐性

DIN 8308 / ISO 1413に準じて試験を行なう。

3.2.5 | 重力加速度

時計は3.1.5節(b)で記されている各ポジションで6Gの加速度に1分間耐えなくてはならない。²¹

3.2.6 | 振動

時計は、Mil-RF-46374G、表1と3.5.1節、4.6.5.9節に準じて、2Hzと10Hzならびに30Hzと60Hzの間で均一的に変わる周波数と $0.762 \pm 0.127 \text{ mm}$ の振幅での試験に合格しなくてはならない。²²

18 Esser, 66~67頁。

19 ED-14F, 4節、4-1表に準ずる最低値。

20 ED-14F, 5節、カテゴリーS2; Esser, 70頁を参照。

21 CS 23.337; Esser, 40~43頁。

22 MIL-PRF-46374G、表1と3.5.1節、4.6.5.9節。それに加え、機械式時計ムーブメントの通常の発振周波数(2.5Hz~5Hz)。航空機においては振動に起因する負担が数多く考えられるので(特に航空機やエンジンの種類やタイプ、その状態、具体的な飛行状況とエンジン出力、パイロットの姿勢とシート、あるいは時計がどのように装着されているかに左右される)、これよりさらに踏み込んだ、あらゆる航空機クラスに拘束力のある基準値は現在のところ策定できていない。これに関しては更なる研究が求められる。

3.2.7 | 耐水性

DIN 8310/ISO 2281に準拠し、6.4.2節の表1に基づくが、表2は考慮に入れない。6.4.3および6.4.5節で試験の実施について規定されている。²³

3.2.8 | 航空に典型的に見られる液体に対する耐性

ケース、ガラス、パッキン用素材は、+23°Cの周囲温度のもとで、以下の表にある、航空に典型的な液体に時折あるいは短い時間触れても、そこから支障をきたすことがあってはならない。²⁴

燃料	ケロシン (Jet A-1)
	ガソリン (AvGas)
	ディーゼル
潤滑剤	石油系
	エステル系 (合成品)
溶剤、洗剤	イソプロピル・アルコール
	変性アルコール (エチルアルコール)
除氷液	エチレン・グリコール
	プロピレン・グリコール

試験は個々の部品を対象に行なえる。

3.2.9 | 磁場

DIN 8309/ISO 764に準じた試験。²⁵ TESTAFの3.1.5節は適用しない。試験は、製造者やサプライヤの適合宣言あるいは技術的関連文献をもってその代替とできる。それらは、試験を行なう機関に留め置かれるものとする。それら資料は証明書において証明されるものとする。

23 Esser, 39~40頁を参照；ISO 22810は現在ではISO 22811に差し替えられている。ISO 22810とDIN 8310で要求されているような結露試験の適用性は、とりわけ他に比較するものが少ないことなどから疑問の余地があり、それ故に改善の余地があることを著者は認識している。

24 Esser, 61~64頁を参照。

25 Esser, 23~27頁を参照。

3.3 | 安全性と適合性

3.3.1 | 磁気特性図

標準的な（市販されている）、航空機操縦用に許可された磁気コンパスが、そのすぐ近く（10mm）に位置する時計（時計分野で標準的な、市販されている器具を用いて非磁性化された直後の状態）から受ける影響は、 2.5° を超えてはいけない。^{26 27}

3.3.2 | 光反射

乗組員が反射光によって支障を受けないように、そして視認性を確保するために、時計では（装着された状態）、

- (a) 最新式の反射防止加工を施して、時計ガラスの光反射をほぼ無くさなくてはならない。
- (b) ケース、操作エレメント、文字盤、針、インデックス、バンド、留め金の表面を適切に加工あるいは形成して光反射を大幅に減少させなくてはならない。

26 ED-14F、15節、カテゴリーYに準ずる；Esser、27～31頁を参照。市場で通常入手できる航空用コンパスの最大視認性を考慮して、許容誤差“ 1° (ED-14F)”は“ 2.5° ”に適合された；通常、時計が直接触れている状態でコンパスを読むことはないので、最小距離は0 mmから10 mmに上げられた。

27 時計の計測は“文字盤を上にして”、3、6、9、12の各時を各コンパスポジションに向け、それぞれ 45° 相当位置をずらして行なう。場合によってはリュースのもとで（前記のポジションにカバーされていない場合）、ならびに時計のカバーガラスの上部中央で行なう。この測定は、コンパス上の3つの位置で行なう（Esser、30頁を参照）；時計ケースとコンパスの同ポジションの間の距離は10 mmである。これに加え、ベルト（留め金を含む）の外側をコンパスに向け、コンパスに相対して同様の測定点を通過させ、コンパスへの影響を、留め金の中央からベルトの両方向に向けて15 mmごとに計る。時計あるいはベルトでのコンパスの誤差の測定値はすべて、 2.5° 以下でなくてはならない。

3.3.3 | コックピット照明との適合性

3.1.3節に準じ、コックピット内の機器の視認性が時計の発光・夜光によって損ねられてはいけない。

3.3.4 | フォーム

時計が装着者の装備品に引っかかるのを防止するため、ケースと操作エレメントのフォームはできる限り出っ張っている部分が少なくなくてはいけない。またそれによって航空機の可動・固定部品に引っかかったり、それらがブロックされたりするのを防ぐことが求められる。

3.3.5 | ベルトの固定能力

時計のベルトシステムはDIN 8306/ISO 6425、7.5.1節に準じ、何らの損傷を受けることなく、少なくとも200Nの張力に耐えられなくてはいけない。²⁸

28 飛行中に時計を紛失して人が怪我をしたり、操縦・操作エレメントがブロックされてしまうのを防ぐために、時計はしっかりと腕に固定されなくてはいけない。

4 | 付則

4.1 | 試験と証明書

- (a) アーヘン応用科学研究所 (Aachen Institute of Applied Sciences (AclIAS) e.V.)は、構造を同じくする時計の規定シリアル番号範囲を対象とした試験協定とそこから導かれる試験報告を基に型式試験を行なって、3.1～3.3節で記載されている全要件が満たされていることを証明し、証明書を発行する。(見本については5節を参照)
- (b) 製造者は、シリアル番号範囲の全ての時計は技術的にみて試験対象と同構造であることを保証しなくてはならない。試験対象となるシリアル番号範囲内で技術的な変更が行なわれた場合、これを試験機関に提出しなくてはならず、その機関はこれを書面により認可しなくてはならない。場合によっては、追加で部分的に試験を行なうことも可能である。
- (c) 証明書には、3.2.2節(a)に準じた操作温度領域を記載する。
- (d) 証明書には、規定シリアル番号範囲の各時計の有効性が製造者によって保証されていること、販売店に納められた時計は全て、3.1.5節(動作精度)、3.1.6節(パワーリザーブ)、3.2.7節(耐水性)に準じた個別テストの要件を満たしていることについての確約も記されていないといけない。

4.2 | 用語と標示付け

- (a) “TESTAF”とTESTAFのロゴは登録商標である。
- (b) 4.1節の規定を満たす時計のみにおいて、ケースと／あるいは文字盤と／あるいは付属ドキュメンテーションに、“TESTAF”と／あるいはTESTAFのロゴを標示することが許される。
- (c) TESTAFと標示されている全ての時計には、試験済みのシリアル番号範囲に属する個別シリアル番号が付与されていない。

4.3 | バージョン表示と改訂

- (a) TESTAFの現行版はバージョン01(2012年)である。
- (b) TESTAFについての情報はwww.TESTAF.orgで閲覧できる。ここでは試験協定の最新版や必要とされる試験対象の数を記載している。
- (c) TESTAFの改訂や改善・進展は学術顧問会によって調整される。
- (d) TESTAFの改訂や改善・進展についての提案は強く望まれる。上記のウェブサイトに記載の連絡先を通してご連絡いただける。

5 | 付録

5.1 | TESTAF 証明書の見本

[証明書発行機関の名称]

パイロットウォッチ技術規格の証明書

この証明書により、以下の時計が「パイロットウォッチの技術規格 (TESTAF)」第 1 版 (2010 年) に準ずる型式試験に合格したと証明される。

製造者:
時計のモデル:
シリアル番号範囲:
時計ベルトのモデル:

TESTAF の 3.1.1 節に準じ、以下の飛行を対象にした証明を行なう。

有視界飛行方式 ☐
計器飛行方式 ☐

ならびに TESTAF の 3.2.2 節に準じて以下の条件での証明を行なう。

- °C ~ + °C. の温度領域

TESTAF の 3.2.9 節に記載の型式試験に合格したことを記す製造者と／あるいはサプライヤの適合性宣言が試験機関に提出されているものとする。

上記のシリアル番号範囲の各時計の証明書は、販売店に納められた全ての時計が TESTAF の以下の節に準拠した個別テスト (製造者が実施) の要件を満たしているという、製造者の保証をもって、有効であるとする。

3.1.5 節 動作精度
3.1.6 節 パワーリザーブ
3.2.7 節 耐水性

これらの保証は、場所、日付、メーカーの担当者の署名を記載した上で、試験機関に提出されているものとする。

TESTAF の要件を満たすと、そこで対象となった時計はパイロットウォッチとしての職業的使用に適しているものとして証明される。長期にわたる使用に際しては、製造者が提示するサービス・インターバルの遵守、動作精度、パワーリザーブ、耐水性能の定期的な検査、ならびに視覚・機能検査が推奨される。

[場所、日付、担当者の署名]

6 | 参照刊行物と規格の一覧

3. DV LuftBO	Dritte Durchführungsverordnung zur Betriebsordnung für Luftfahrtgerät (Ausrüstung und Betrieb des Luftfahrtgerätes außerhalb von Luftfahrtunternehmen) (航空機のための操業規則に関する規制、第3部〔航空企業以外の航空機の装備と操業〕)、2009年3月19日。Luftfahrt-Bundesamt (航空連邦局、ブラウンシュヴァイク) が公布。Bundesanzeiger (連邦官報) 第48号 (2009年3月27日) 上で公開。
CS-22	EASA Certification Specifications for Sailplanes and Powered Sailplanes CS-22. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
CS-23	EASA Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes CS-23. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
CS-25	EASA Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25. Brussels: European Aviation Safety Agency, October 2003
CS-27	EASA Certification Specifications for Small Rotorcraft CS-27. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
CS-29	EASA Certification Specifications for Large Rotorcraft CS-29. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
CS-VLA	EASA Certification Specifications for Very Light Aeroplanes CS-VLA. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
CS-VLR	EASA Certification Specifications for Very Light Rotorcraft CS-VLR. Brussels: European Aviation Safety Agency, November 2003
DIN 8306 / ISO 6425	DIN 8306 Taucheruhren. Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., September 1983 (DIN 8306ダイバーズウォッチ。安全技術的要件と試験、ベルリン：ドイツ規格協会、1983年9月) 「ISO 6425:1996 Divers watches」とほぼ一致。

DIN 8308 / ISO 1413	DIN 8308 Stoßsicherheit bei Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., February 1981 (DIN 8308 小型の時計における衝撃耐性。用語 – 要件 – 試験。ベルリン：ドイツ規格協会、1981年2月) 「ISO 1413:1984 Horology– Shock-resistant watches」とほぼ一致。
DIN 8309 / ISO 764	DIN 8309 Antimagnetische Eigenschaften von Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., February 1981 (DIN 8308 小型の時計における耐磁性。用語 – 要件 – 試験。ベルリン：ドイツ規格協会、1981年2月) 「ISO 764:2002 Horology – Magnetic resistant watches」とほぼ一致。
DIN 8310 / ISO 2281	DIN 8310 Wasserdichtheit von Kleinuhren. Begriff – Anforderungen – Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Dezember 1984 (DIN 8310 小型の時計における耐水性。用語 – 要件 – 試験。ベルリン：ドイツ規格協会、1984年12月) 「ISO 2281:1990 Horology – Water-resistant watches」とほぼ一致。
DIN 8319 / ISO 3159	DIN 8319 Teil 1 Chronometer. Armbandchronometer mit einer Frequenz des Schwingensystems ≤ 1000 Hz. Begriff – Anforderungen – Prüfung. Berlin: Deutsches Institut für Normung e.V., Oktober 1980 (DIN 8319 第1部、クロノメーター。 ≤ 1000 Hzの振幅システムの周波数の腕クロノメーター。用語 – 要件 – 試験。ベルリン：ドイツ規格協会、1984年12月) 「ISO 3159:1976 Timekeeping instruments - Wrist-chronometers with spring balance oscillator」とほぼ一致。
ED-14F	EUROCAE ED-14F Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment. Malakoff (F): The European Organization for Civil Aviation Equipment, March 2008
Esser	Esser, Thomas: Technischer Standard Fliegeruhren. Belastungen auf Fliegeruhren und deren wichtige Merkmale. Diploma thesis for Aerospace Engineering degree course at FH Aachen. (Thomas Esser, 「パイロットウォッチの技術規格。パイロットウォッチとその主要特性に加わる負担」アーヘン応用科学大学航空宇宙技術学部ディプロマ学位論文。アーヘン、2009年9月)
EU-OPS 1	Commission Regulation (EC) No 8/2008 of 11 December 2007 amending Council Regulation (EEC) No 3922/91 as regards common technical requirements and administrative procedures applicable to commercial transportation by aeroplane.
FAR 25.1303	Federal Aviation Regulations Part 25 Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes, Section 25.1303. Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), March 1997
FAR 29.1303	Federal Aviation Regulations Part 29 Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft, Section 29.1303. Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), January 2005

FAR 91.205	Federal Aviation Regulations Part 91 General Operating and Flight Rules, Section 91.205. Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), June 2007
FAR 121.305	Federal Aviation Regulations Part 121 Operating Requirements: Domestic, Flag and Supplemental Operations, Section 121.305. Washington, DC: Department of Transportation [Federal Aviation Administration] (USA), March 1997
ISO 22810	Horology – Water-resistant watches. Geneva: International Organization for Standardization, August 2010
JAR-OPS 1	Joint Aviation Requirements JAR-OPS 1 (ドイツ語) 航空機による人員と物品の商業的輸送に関する規定 (2006年3月1日)。連邦交通・建設・都市開発省 (ボン、ドイツ) が公布。Bundesanzeiger (連邦官報) 第 131a号 (2006年7月15日) 上で公開。
JAR-OPS 3	Joint Aviation Requirements JAR-OPS 3 (ドイツ語) ヘリコプターによる人員と物品の商業的輸送に関する規定 (2008年1月28日)。連邦交通・建設・都市開発省 (ボン、ドイツ) が公布。Bundesanzeiger (連邦官報) 第 64a号 (2008年4月25日) 上で公開。
MIL-PRF-46374G	Mil-PRF-46374G Performance Specification Watch, Wrist: General Purpose. Washington, DC: Department of Defense (USA), 12 November 1999 [validated ibid. 19 December 2007]
NIHS 97-21 / ISO 17514	NIHS 97-21 Zeitmessinstrumente – Fotolumineszenzbeschichtungen – Prüfmethode und Anforderungen. Winterthur: Schweizerische Normen-Vereinigung (NIHS 97-21 時間測定機器 – フォトルミネセンス・コーティング – 試験方式と要件。ヴィンタートゥール: スイス規格協会)、2006年6月 (2008年3月に変更) 「ISO 17514:2004 Time-measuring instruments – Photoluminescent deposits – Test methods and requirements」とほぼ一致。

著者

Dipl.-Ing. Thomas Esser

アーヘン応用科学大学航空宇宙技術学部流体・航空研究所研究員。

Dipl.-Ing. Arno Gabel

ジン社の特別プロジェクトのプロクリスト（取締役の代理権（Prokura）を有する支配人）、主任。ジン社の「パイロットウォッチの技術規格」プロジェクトの主任。

Dr. phil. Martin Hoch

「パイロットウォッチの技術規格」の学術的プロジェクトコーディネーター。

Professor Dr.-Ing. Frank Janser

流体力学・空気力学教授、アーヘン応用科学大学航空宇宙技術学部流体・航空研究所主任。アーヘン応用科学大学の「パイロットウォッチの技術規格」プロジェクトの主任。

Dr. phil. Dipl.-Phys. Wolfgang Schonefeld

ジン社の技術開発主任。

刊記

「TESTAF」は登録商標である。4.2節を参照。

発行人 | Rektor der FH Aachen

Kalverbenden 6 | 52066 Aachen

T +49. 241. 6009 0 | F +49. 241. 6009 51090

www.fh-aachen.de

責任者（出版法における）| Prof. Dr.-Ing. Frank Janser

内容の構想と編集 | Dr. Martin Hoch

レイアウト・組版 | Silvia Crummenerl

印刷 | printproduction, Aachen

発行部数 / 発行年 | 1000 部 / 2012年

発行所 | Helios Verlags- und Buchvertriebsgesellschaft, Aachen

www.helios-verlag.de | ISBN 978-3-86933-019-8

